भाषांतरमाला क्रमांक २३

सैद्धांतिक मृत्तिका-बलविज्ञान

THEORETICAL SOIL MECHANICS

By

KARL TERZAGHI

: लेखक :

कार्ल् तेरझागी

: अनुवादक :

श. म. भालेराव

महाराष्ट्र राज्य साहित्य-संस्कृति मंडळ, मुंबई

१९७४

प्रथमावृत्ती : १९७४ (शके १८९६)

मूल्य : बेचाळीस रुपये

प्रकाशक : सचिव,
© महाराष्ट्र राज्य साहित्य-संस्कृति मंडळ,
सचिवालय, मुंबई-३२.

मूळ प्रकाशक :
© मेसर्स जॉन वायले अँड सन्स
६०५, थर्ड अॅव्हेन्यू, न्यूयॉर्क १००१६,
अमेरिका.

1974 (Year of first publication)
by Government of Maharashtra,
State Board for Literature & Culture,
Sachivalaya, Bombay 400 032.

मुद्रक :
वि. पु. भागवत,
मौज प्रिंटिंग ब्यूरो,
खटाववाडी, मुंबई-४.

ज्ञानसाधनेला
मुक्तहस्ते दिलेल्या
उत्तेजनाच्या गौरवार्थ
हार्वर्ड विद्यापीठास
कृतज्ञतापूर्वक
अर्पण.

निवेदन

मराठी भाषेला व साहित्याला ज्ञानविज्ञानाच्या क्षेत्रात पश्चिमी भाषांचा दर्जा प्राप्त व्हावा; इंग्रजी, फ्रेंच, जर्मन, रशियन इत्यादी भाषांना जसे विद्यापीठीय स्तरावर स्वयंपूर्ण महत्त्व प्राप्त झाले आहे तसे मराठी भाषेला व साहित्याला प्राप्त व्हावे; इंग्रजी भाषेला आज विद्यापीठांमध्ये जसे मुख्य स्थान आहे तसे स्थान, महाराष्ट्रामधील विद्यापीठांत मराठी भाषेला व साहित्याला प्राप्त व्हावे या उद्देशाने साहित्य आणि संस्कृती मंडळाने वाङ्मयनिर्मितीचा विविध कार्यक्रम हाती घेतला आहे. विश्वकोश, मराठी महाकोश, वाङ्मयकोश, विज्ञानमाला, आंतरभारती, भाषांतरमाला, ललितकलाविषयक संशोधन व प्रकाशन इत्यादी योजना या कार्यक्रमात अंतर्भूत आहेत.

२. मराठी भाषेला विद्यापीठीय भाषेचे प्रगल्भ स्वरूप व दर्जा येण्याकरिता मराठीत विज्ञान, तत्त्वज्ञान, सामाजिक शास्त्रे आणि तंत्रविज्ञान या विषयांवरील संशोधनात्मक व अद्ययावत माहितीने युक्त अशा ग्रंथांची रचना मोठ्या प्रमाणावर होण्याची आवश्यकता आहे. वरील उद्देश ध्यानात ठेवून मंडळाने जो बहुविध वाङ्मयीन कार्यक्रम आखला आहे त्यातील पहिली पायरी म्हणून सामान्य सुशिक्षित वाचकवर्गाकरिता सुबोध भाषेत लिहिलेली विज्ञान व तंत्रविषयक पुस्तके प्रकाशित करून स्वल्प किंमतीत देण्याची व्यवस्था केली आहे. तसेच, विज्ञान, तंत्र आणि अभियांत्रिकी या विषयांवरील पश्चिमी भाषांतील अभिजात ग्रंथांचा अनुवाद करून प्रकाशित करण्याचा कार्यक्रमही मंडळाने आपल्या भाषांतरमालेत अंतर्भूत केला आहे. संस्कृत, बंगाली, गुजराती, कानडी, तमिळ इत्यादी भारतीय भाषा, आणि त्याचप्रमाणे इंग्रजी, फ्रेंच, जर्मन, इटालियन, रशियन, ग्रीक इत्यादी पश्चिमी भाषा यांतील उच्च साहित्यामधील विशेष निवडक पुस्तकांची भाषांतरे किंवा सारांश-अनुवाद प्रसिद्ध करणे अथवा विशिष्ट विस्तृत ग्रंथांचा परिचय करून देणे हा भाषांतरमालेचा उद्देश आहे.

३. भाषांतर योजनेतील पहिला कार्यक्रम म्हणून ज्यांना अग्रक्रम दिला पाहिजे अशी पाश्चात्त्य व भारतीय भाषांतील सुमारे २०० पुस्तके निवडली आहेत. डॉ. बोमाँ, नेल्सन, लिओनार्ड, नेल्मेरोव, कॉम्री, जॉर्ज एफ सॉवर्स, स्पॅंगलर, डेविस्, क्रीगर, जस्टिन हाइण्ड्स, चार्लस आर. कॉक्स इत्यादी लेखकांची विज्ञान व तंत्र विषयांवरील पुस्तके या अग्रक्रम योजनेत निवडली आहेत.

४. मंडळाने आजवर आरोग्यशास्त्र, शरीरविज्ञान, जीवशास्त्र, आयुर्वेद, गणित, भौतिकी, रेडिओ, लेथ, रेकॉर्ड प्लेअर, अणुविज्ञान, स्थापत्यशास्त्र इत्यादी वैज्ञानिक व

तांत्रिक विषयांवर २६ दर्जेदार पुस्तके प्रकाशित केली आहेत. बोमाँ-लिखित "Medicine : Essentials for Practitioners & Students" या ग्रंथाचे भाषांतर मंडळाने या वर्षी प्रकाशित केले आहे. क्रीगर, जस्टिन व हाइण्ड्स लिखित "Engineering for Dams" आणि स्पँगलरचे "Soil Engineering" या पुस्तकांची भाषांतरे पूर्ण झाली आहेत.

५. मंडळाच्या भाषांतरमालेतील विज्ञानविषयक ग्रंथांपैकी तेरझागी-लिखित "Theoretical Soil Mechanics" या ग्रंथाचे मराठी भाषांतर अभियंता, श्री. श. म. भालेराव, यांनी केले असून ते "सैद्धांतिक मृत्तिका-बलविज्ञान" या शीर्षकाने प्रकाशित करण्यास मंडळास आनंद होत आहे. हा ग्रंथ स्थापत्य शास्त्रातील महत्त्वाच्या शाखेचा एक प्रमाणभूत ग्रंथ म्हणून मानण्यात येतो. विषयाचे मौलिक स्वरूप व सैद्धांतिक दृष्ट्या विषयाचा त्यात केलेला ऊहापोह यामुळे सदर ग्रंथाचे भाषांतर करणे अतिशय कठिण असले, तरी श्री. भालेराव यांनी मराठीमध्ये सुबोध भाषांतर करण्यासाठी विशेष श्रम घेतले आहेत. या भाषांतराच्या प्रकाशनामुळे मराठीतील शास्त्रीय वाङ्मयात मोलाची भर पडणार आहे.

६. या ग्रंथाचा मराठी अनुवाद प्रकाशित करण्यास मंडळास परवानगी दिल्याबद्दल मूळ इंग्रजी ग्रंथाचे प्रकाशक जॉन वायले अँड सन्स, न्यूयॉर्क, अमेरिका यांचे मंडळाच्या वतीने मी मनःपूर्वक आभार मानतो.

वाई :
आश्विन कृष्ण ४
शके १८९५
१५ ऑक्टोबर, १९७३

लक्ष्मणशास्त्री जोशी
अध्यक्ष
महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ

प्रस्तावना

ग्रंथकर्त्यांने मृत्तिकाबलविज्ञानावरील त्याचे पहिले पुस्तक प्रकाशित केले त्याला आज पंधरा वर्षे झाली. या पंधरा वर्षांत या विषयाबाबतची आस्था आणि औत्सुक्य सर्व जगभर निर्माण झाले आहे आणि या विषयाचे आपले सैद्धांतिक ज्ञान आणि अनुभवजन्य ज्ञान यांच्या कक्षा झपाट्याने रुंदावत आहेत. केवळ संख्येच्याच दृष्टीने पाहिले, तर इ. स. १९१० पर्यंतच्या स्थापत्यविषयक संपूर्ण साहित्यात मृत्तिका आणि आधारभूमी यांविषयी उपलब्ध असलेल्या माहितीपेक्षा कितीतरी अधिक माहिती मृत्तिकाबलविज्ञानविषयक पहिल्या आंतरराष्ट्रीय परिषदेच्या (इ. स. १९३६, केंब्रिज) वृत्तांतग्रंथात ग्रथित झालेली आहे. तरीही सैद्धांतिक तत्त्वांच्या प्रतिपादनानंतर त्या सिद्धांतांच्या विवेकशून्य वापराची प्रवृत्ती आणि तद्विषयक अतिव्याप्त विधानें करणे हींच ज्याची वैशिष्ट्ये सांगता येतील असा एक संक्रमणकाल येऊन गेला. स्थापत्याच्या इतर प्रत्येक शाखेत असेच घडले आहे. त्यामुळे मृत्तिकाबलविज्ञानावर लिहावयाच्या नव्या पाठ्यपुस्तकाची जुळवाजुळव करीत असताना सैद्धांतिक ज्ञान आणि त्याचा व्यावहारिक वापर हे दोन विषय पूर्णतः अलग करणेच उचित ठरेल, असा ग्रंथकर्त्यांचा अभिप्राय पडला. प्रस्तुत ग्रंथात या दोहोंपैकी केवळ सैद्धांतिक तत्त्वांचा ऊहापोह केला आहे.

सैद्धांतिक मृत्तिकाबलविज्ञान म्हणजे व्यावहारिक बलविज्ञानाच्या अनेक शाखांपैकी एक होय. व्यावहारिक बलविज्ञानाच्या कोणत्याही क्षेत्रात काम करणाऱ्या संशोधकाला केवळ आदर्शरूप पदार्थांशीच व्यवहार करावा लागतो. उदा., प्रबलित कॉंक्रीटच्या सिद्धांतांत प्रत्यक्षातील प्रबलित कॉंक्रीट विचारात घेतलेच जात नाही. त्यात विचारार्थ घेतलेल्या आदर्श पदार्थांचे गृहीत धरलेले गुणधर्म म्हणजे प्रत्यक्षातील प्रबलित कॉंक्रीटच्या गुणधर्मांना मुळातच सरळ रूप देण्याच्या प्रक्रियेतून निर्माण झालेले गुणधर्म असतात. हे विधान मृत्तिकावर्तनविषयक प्रत्येक सिद्धांतालासुद्धा लागू पडते. क्षेत्रातील परिस्थित्यनुसार होणारे नैसर्गिक मृत्तिकांचे वर्तन आणि सिद्धांतांच्या आधारे केलेले तद्विषयक अनुमान यांत पडणाऱ्या अंतराची महत्ता प्रत्यक्ष अनुभवानेच केवळ जाणता येते. अनुभवाच्या कसोटीला उतरलेले आणि विशिष्ट परिस्थितीत आणि मर्यादेत व्यावहारिक समस्यांची सत्यसमीप उकल करण्यास उपयुक्त असलेले असे सिद्धांतच या ग्रंथात समाविष्ट केले आहेत.

सैद्धांतिक मृत्तिकाबलविज्ञानातून व्यावहारिक उपयुक्ततेच्या विश्लेषणपद्धतीचे कार्योपयोगी ज्ञान तर मिळतेच परंतु त्याव्यतिरिक्त एक महत्त्वाचे शैक्षणिक उद्दिष्टही

साध्य होते. ते असे की, सिद्धांत आणि त्यांचा वापर हे दोन विषय मुळातच वेगळे केल्याने ज्यांना सिद्धांत म्हणतात, अशा विविध बौद्धिक उपक्रमांच्या यथार्थत्वासाठी आवश्यक असणारी लक्षणे वाचकांच्या मनावर ठसविणे सुलभ होते. विश्लेषणजन्य फलितांच्या आधारे, आंतरिक आणि बाह्य बलांच्या प्रभावाखाली होणारे साध्या आणि आदर्शरूप पदार्थांचे वर्तन निश्चित करणाऱ्या अनेकविध घटकांचे आकलन वाचकाला एकदा का झाले म्हणजे अपुऱ्या माहितीवर अवलंबून कोणताच आधार नसलेली अशी अतिव्याप्त विधाने करण्याच्या सार्वत्रिक मोहाला तो बळी पडण्याचा संभव कमी होतो.

सैद्धांतिक ज्ञान उपयुक्त ठरावयाचे असेल, तर ते ज्ञान आणि प्रत्यक्षातील मृत्तिकांच्या प्राकृतिक गुणधर्मांचे, तसेच मृत्तिकांचे प्रयोगशाळेतील आणि प्रत्यक्षातील वर्तन यांमधील भेदांचे सखोल ज्ञान, या दोहोंचा समन्वय साधला पाहिजे. अन्यथा गणिताधारे काढलेली फलिते किती प्रमाणात सदोष आहेत, याचा निर्णय अभियंत्यास करता येणार नाही. नैसर्गिक मृत्तिकांचे गुणधर्म आणि क्षेत्रस्थ परिस्थितीत मृत्तिकांचे होणारे वर्तन या विषयांची चर्चा, या ग्रंथाला पूरक ठरेल अशा दुसऱ्या एका ग्रंथात केली जाईल.

मृत्तिकाबलविज्ञानातील सैद्धांतिक ज्ञान मिळविणे हेच अंतिम साध्य आहे, अशी ग्रंथकर्त्याची धारणा कधीच नव्हती. प्रत्यक्षात काम करताना मिळालेल्या अनुभवांचे सार काढणे आणि मृत्तिकांच्या प्राकृतिक गुणधर्मांचे आपले ज्ञान व्यावहारिक समस्यांना लागू करण्याचे तंत्र विकसित करणे, या खटाटोपालाच बव्हंशी त्याने वाहून घेतले आहे. कोणत्या ना कोणत्या व्यावहारिक समस्येचा उलगडा व्हावा हाच एकमेव हेतू त्याने केलेल्या सैद्धांतिक संशोधनामागेसुद्धा होता. म्हणूनच व्यावहारिक बलविज्ञानाच्या सार्वत्रिक क्षेत्रातील प्रगल्भबुद्धी विशेषज्ञांनी लिहिलेल्या ग्रंथांतून आढळणारे आणि प्रस्तुत ग्रंथकर्त्याने ज्यांची नेहमीच प्रशंसा केली आहे, असे गुणविशेष या ग्रंथात अभावानेच आढळतील. तथापि असा ग्रंथ स्वतःच लिहिण्याचे कार्य टाळणेही ग्रंथकर्त्याला शक्य नव्हते, कारण शास्त्राच्या एकंदर व्यापात प्रत्येक सिद्धांताचे योग्य स्थान कोणते आहे ते निश्चित करून ग्रंथलेखनाचे कार्य करण्यास आवश्यक असलेली अनुभवसिद्ध पार्श्वभूमी प्रस्तुत ग्रंथकर्त्याजवळ होती.

ज्या ग्रंथांतून प्रस्तुत विषयाचे ज्ञान गोळा केले आहे, त्यांची यादी संदर्भग्रंथ-सूचीत दिलेली आहे. परिच्छेद ४६ ते ४९ मधील पादकांची भारधारणक्षमता ठरविण्याच्या आसन्नमान पद्धती, परिच्छेद ७४ मधील कूपांच्या भितींवरील वालुकांच्या मृत्तिकादाबाचा विषय, परिच्छेद ९४ ते ९६ मधील बिलक्रियेच्या क्रांतिकारी संचिताचा विषय, परिच्छेद ११२ मधील बुडबुडे आणि पोकळी यांतील वायुदाब हा विषय आणि परिच्छेद ११८, ११९ व १२२ मधील निस्सारण समस्येची सत्यसमीप उत्तरे, यापूर्वी प्रसिद्ध झालेली नाहीत.

श्री. आल्बर्ट ई. कुमिंग्ज आणि डॉ. राल्फ बी. पेक यांनी या ग्रंथाचे पहिले हस्तलिखित साद्यंत अभ्यासून त्यावर भाष्य केले. हे भाष्य इतके विधायक आणि उपयुक्त होते की, त्यामुळे कित्येक संपूर्ण प्रकरणे आणि अन्य कित्येक प्रकरणांचे भाग मुळातच नव्याने लिहावेसे वाटले. त्यांचे ऋण आहेच. त्यांच्याप्रमाणेच, हस्तलिखित निरनिराळ्या अवस्थांतून जात असताना त्याची काळजीपूर्वक छाननी करण्याचे बाबतीत आपली पत्नी, डॉ. रूथ डी. टेरझागी हिचा आणि डॉ. फिल. एम. फर्ग्युसन यांनी केलेल्या बहुमोल सूचनांबाबत त्यांचाही ग्रंथकर्ता ऋणी आहे.

ग्रॅज्युएट स्कूल ऑफ एंजिनियरिंग
हार्वर्ड युनिव्हर्सिटी
केंब्रिज (मॅसा.)
डिसेंबर १९४२

कार्ल तेरझागी

ग्रंथमांडणी

ग्रंथात १९ प्रकरणे आहेत व निरनिराळे विषय १ ते १६४ परिच्छेदांत चर्चिले आहेत. परिच्छेदांचे क्रमांक प्रकरणवार निरनिराळे नाहीत. हे क्रमांक प्रत्येक पृष्ठाच्या वरच्या कोपऱ्यात दिले आहेत. आकृतींच्या क्रमासाठी अ, आ, इ, ई अशी अक्षरे वापरली आहेत.

लेखकाचे नाव व वर्ष (डार्सी १८५८) कंसात दिले आहेत त्यावरून ग्रंथाच्या शेवटी दिलेल्या संदर्भाचा बोध होईल.

ग्रंथाच्या शेवटी, संदर्भ, लेखकसूची, विषयसूची दिल्या आहेत.

अक्षर-संकेत

इतर शास्त्रांप्रमाणे मृत्तिकाबलविज्ञानातही गणिताचा वापर आवश्यक ठरतो. त्यामुळे भौमितिक आकृती, आलेख, बीजगणितीय समीकरणे यांमध्ये अक्षरांचा उपयोगही ओघाने येतोच. त्यात मराठी अक्षरे अपुरी पडल्यामुळे अन्य भारतीय भाषेचे साहाय्य घ्यावे लागले. दिसण्यातील भिन्नत्वामुळे व सोपेपणामुळे कानडी अक्षरे स्वीकारार्ह वाटली. थोड्याशा सरावाने ती सहज काढता येतात व लक्षात राहतात. इंग्रजी ग्रंथांतूनही याच कारणास्तव ग्रीक अक्षरे वापरली जातात. कानडीव्यतिरिक्त इंग्रजीतील $\int$, d, ∂, Δ ही कलन समीकरणात किंवा चलानयनात येणारी चिन्हे व अक्षरेही प्रस्तुत ग्रंथात वापरली आहेत. सुबोधतेसाठी व स्मरणात ठेवणे सोपे व्हावे या उद्देशाने पुढील सूत्रांचाही अवलंब केला आहे.

१. कोनांसाठी निरपवादपणे कानडी अक्षर वापरले आहे. उदा., ಕ (क) भिंतघर्षण कोन, ಖ (ख) अंतर्गतघर्षण कोन इ.

२. एकांक पदासाठीही कानडी अक्षरे वापरली आहेत. उदा., प्रतिबल : ಲ (ल); विकृती विकार ರ (र).

३. शक्य तेथे संज्ञेतील आद्याक्षर निवडले आहे. उदा., वजन : व; घनता : घ; खोली : ख; इ.

४. पुनरुक्ती टाळण्यासाठी शेवटचे अक्षरही घेतले आहे. उदा., वेग : ग; अवसीदन : न; जाडी : ड; उंची : च; इ.

५. काही ठिकाणी मधलेच एखादे अक्षर—ज्याने संज्ञेचा चटकन बोध होईल असे—घेतले आहे. उदा., गुरुत्वाकर्षण : त्व, पाझरगुणांक : झ; इ.

६. इतके करूनही काही काही ठिकाणी अगदी वेगळे अक्षर घ्यावे लागले. उदा., परिवस्तु : ज; प्रभावमूल्य : ऋ; इ.

७. भिन्न वस्तूंचा एकच गुणधर्म व्यक्त करण्यासाठी मूळ अक्षरापुढे वस्तुदर्शक अक्षर जोडले आहे. उदा., वजन व;—जलाचे $\text{व}_{\text{ज}}$; —स्थूणेचे $\text{व}_{\text{स्थू}}$ इ.

८. एकाच वस्तूतील भिन्न प्रकार दाखविण्यासाठी मूळ अक्षरापुढे १, २, ३ असे आकडे किंवा डोक्यावर एक, दोन मात्रा दिल्या आहेत किंवा अक्षरावर रेघ दिली आहे. उदा; ड_1, ड_2, ड_3 म्हणजे पायातील तीन थरांच्या जाड्या; च, च$'$ (च एक मात्रा), च$''$ (च दोन मात्रा) म्हणजे निरनिराळी उंची; द : दाब आणि $\bar{\text{द}}$ (द रेघ) म्हणजे कार्यसाधक दाब.

छ : अनुक्रमानुसार कोणतेही स्थान दर्शविणारे अक्षर
छ : सच्छिद्रता
ज : परिवस्तू (सेंमी^{४})
झ : पाझर-गुणांक; (सेंमी सेकंद$^{-१}$)
$झ_{स}$: ,, ; थरांना समांतर दिशेतील
$झ_{लं}$: ,, ; थरांना लंबरूप दिशेतील
$झ_{त्र}$: ,, ; त्रिज्यादिक् प्रवाहाचा
ट : संचित क्षयाच्या टप्प्यांची संख्या (क्षरणजाल)
ठ : विशिष्ट स्थान, ठिकाण
ठ : तौलनिक ताठपणाचा गुणक (पादकतळावरील स्पर्शदाब विषयात)
ड : जाडी / खोली
$ड_{पा}$: पायाची खोली
ढ % : दृढीभवनमान;
$ढ_{ख}$ % : ,, ; अक्षीय
$ढ_{त्र}$ % : ,, ; त्रिज्यादिक्
ण : विसर्पण मूल्य $=$ स्प^{२} (४५° + ϕ/२)
त : ताण; (एकांक)
$त_{की}$: ,, ; कीलकातील
$त_{पृ}$: ,, ; पृष्ठीय (ग्रॅम सेंमी$^{-१}$)
त : तपमान
त : तरंगसंख्या
$ता_{की}$: एकूण ताण (कीलकातील)
त्र : त्रिज्या;
$त्र_{घ}$: ,, ; घर्षणवर्तुळाची
$त्र_{बा}$: ,, ; बाह्य
त्रि : त्रिज्या
त्व : गुरुत्वाकर्षण प्रवेग (ग्रॅम सेंमी$^{-२}$)
थ : स्थिरांक, चलानयनातील, किंवा इतर
$थ_{क}$: ताठपणाचा स्थिरांक (ग्रॅम सेंमी$^{-३}$)
$थ_{स}$: स्थिरांक, सर्पिल (ग्रॅम सेंमी$^{-१}$) (कंपन विषयातील)
$थ_{मं}$: ,, ; मंदत्व
$थ_{त्व}$: ,, ; भूकंप प्रवेग/गुरुत्वाकर्षण प्रवेग हे गुणोत्तर
द : दाब (एकांक) (ग्रॅम सेंमी$^{-२}$)

$द$: ,, ; कार्यसाधक

$द_{उल}$: उद्युक्त दाबाचा लंब घटक

$द_{उत}$: ,, ,, तद्दिक् घटक

$द_{प्रल}$: प्रतियोगी ,, लंब घटक

$द_{वा}$: दाब; वायूचा

$द_{ह}$: ,, ; हवेचा

$द_{ळ}$: ,, ; ळ या क्षणाचा

$दा_{उ}$: दाब (एकूण); उद्युक्त (ग्रॅम सेंमी$^{-१}$)

$दा_{प्र}$: ,, ,, ; प्रतियोगी

$दा_{द्यु}$: ,, ,, उद्युक्त } कूलोमची सीमालक्षणे नसतात अशा ठिकाणचा किंवा छत्रक्रिया असते तेथील

$द्द$: दृढीभवनाचा गुणांक (सेंमी^{२} सेकंद$^{-१}$)

$द्र$: केंद्रीकरणाचा निर्देशांक (भारधारणक्षमता विषयातील)

$ध$: कंपनाचा नियतकाल (एका कंपनाचा अवधि) (सेकंद)

$ध$: धारणगुणक; (भारधारणक्षमतेचे)

$ध_{घ}$: ,, ; घनतावलंबी

$ध_{भ}$: ,, ; अधिभारावलंबी

$ध_{स}$: ,, ; समाकर्षणावलंबी

$ध्रु$: ध्रुवबिंदू; (मोहर रेखाकृतीतील)

$ध्रु_{उ}$: ,, ; उद्युक्त

$ध्रु_{प्र}$: ,, ; प्रतियोगी

$न$: अवसीदन; (सेंमी) किंवा वेधन

$न_{को}$: ,, ; कोपऱ्याचे

$न_{प}$: ,, ; परीघाचे

$न_{स}$: ,, ; सरासरी

$नि\%$: निस्सारण-मान

$प$: क्षरणपात्रांची संख्या

$प$: परिबल; (ग्रॅम सेंमी किंवा ग्रॅम) एकूण किंवा एकांक लांबीवरील

$प_{घ}$: ,, ; घसरणकारी

$प_{वि}$: ,, ; घसरणविरोधी

$प_{स}$: ,, ; समाकर्षणजन्य

$प_{त्र}$: परिमिती; पादकाची

$प_{द}$: अवकाशक्षयाचा गुणांक

$प_{स्फ}$: अवकाशवर्धनाचा ,,

पॉ : पॉयसनचे गुणोत्तर

प्र : प्रत्यानयनाचा गुणांक (न्यूटनचा आघात-सिद्धांत)

प्र : प्रतिक्रिया

$प्र_{आ}$: प्रतिक्रिया गुणांक ; मृत्तिकेचा आडवा (ग्रॅम सेंमी$^{-३}$)

$प्र_{नि}$: ,, ,, ; निम्नस्तराचा (,, ,,)

$प्र_{स्थू}$: ,, ,, ; स्थूणेचा (ग्रॅम सेंमी$^{-१}$)

फ : गणितातील फलनदर्शक अक्षर

फ : वारंवारता, फेरे (कंपनविषयक) (सेकंद ^{१})

$फ_{\circ}$: वारंवारता स्वाभाविक

ब : बल; (ग्रॅम किंवा ग्रॅम सेंमी$^{-१}$)

$ब_{त}$: ,, ; तद्दिक्

$ब_{लं}$: ,, ; लंबदिक्

$ब_{मं}$: ,, ; मंदत्वकारी

बृ : गुणक, वृहदीकरणाचा (कंपन विषयातील)

भ : भार (एकांक) (ग्रॅम सेंमी$^{-२}$)

$भ_{अनुज्ञेय}$: भार; अनुज्ञेय

भा : भार (एकूण) (ग्रॅम); भारधारणक्षमता (ग्रॅम सेंमी$^{-१}$)

$भा_{ए}$: भार ; एकूण

$भा_{मह}$: भार ; महत्तम

$भा_{वि}$: ,, ; विनामक (स्थूणाविषयक लक्ष्मणमूल्य)

$भा_{स}$: ,, ; सरासरी

$भा_{ड}$: भारधारणक्षमता; ड खोलीवरील ; पादकाची

$भा_{डव}$: ,, ; ,, ; वर्तुळाकार पादकाची

$भा_{डस्तं}$: ,, ; ,, ; स्तंभाची

$भा_{स्थ}$: ,, ; स्थूणेची

$भा_{अ}$: भारधारणक्षमता; अग्रविरोधजन्य (स्थूणेची)

$भा_{घ}$: ,, ; त्वचाघर्षणजन्य (,,)

$भा_{ग}$: शीघ्रवेधनविरोध; स्थूणेचा (ग्रॅम)

म : जलीय प्रक्रम

$म_{त्व}$: गुरुत्वमध्य

$म_{द}$: प्रक्रम, दाबाचा

मं : मंदत्वगुणक (सेकंद[-1])
मा_{घु} : मृत्तिकादाबगुणक (छत्रक्रिया विषयात)
मृ_० : मृत्तिकादाब—गुणांक; स्तब्ध (ग्रॅम सेंमी[-1])
मृ_उ : ,, ,, ; उद्युक्त
मृ_{प्र} : ,, ,, ; प्रतियोगी
मृ_{प्रघ} : ,, ,, ; ,, ; घनताजन्य घटक ⎫ पादकाच्या
मृ_{प्रभ} : ,, ,, ; ,, ; अधिभारजन्य घटक ⎬ बाबतीतील
मृ_{प्रस} : ,, ,, ; ,, ; समाकर्षणजन्य घटक ⎭
यं : यंगचा मापांक (ग्रॅम सेंमी[-2])
यं_उ : ,, ,, ; उभ्या दिशेतील
यं_आ : ,, ,, ; आडव्या ,,
र : रंध्रांक
र : रुंदी
ल : लांबी
ल_{चा} : ,, ; चापाची
ल_व : ,, ; भुजेची, वजनाच्या
लघु : लघुगणक (लघु अ : अ चा लघुगणक असे वाचावे)
व : वजन एकूण किंवा एकांक लांबीवरील (ग्रॅम किंवा ग्रॅम सेंमी[-1])
व : वजन; कार्यसाधक
व : ,, ; निमज्जित
व_ज : ,, ; जलाचे
व_{स्थ} : ,, ; स्थूणेचे
व_श : ,, ; शकलाचे
व_ह : ,, ; घणाचे/हातोड्याचे
श : अवकाश / घनफळ (सेंमी[3])
ष : विषमाकर्षण (ग्रॅम सेंमी[-2])
षा : एकूण विषमाकर्षण
स : समयगुणक / कालगुणक (दृढीभवन विषयातील)
स : समाकर्षण (कूलोम समीकरणातील) ग्रॅम सेंमी[-2])
स_आ : ,, ; आवश्यक
स_उ : ,, ; उपलब्ध
स_ल : ,, ; लक्ष्मणमूल्य
स_{लत} : ,, ; ,, ; तळबिंदुवर्तुळावरील
स_{लम} : ,, ; ,, ; मध्यमावर्तुळावरील

$स_स$: ,, ; सत्य
सा : समाकर्षण एकूण (ग्रॅम किंवा ग्रॅम सेंमी$^{-1}$)
$सा_{मृ}$: ,, ; मृत्तिकेचे
सु : सुरक्षिततांक
$स_{वृ}$: ,, ; वृष्टिकालीन
सं% : संपृक्तिमान
स्न : स्निग्धतागुणांक (ग्रॅम सेंमी$^{-2}$ सेकंद)
स्फ : स्फायनगुणांक (सेंमी^{2} सेकंद$^{-1}$)
स्र : स्राव (एकांक) (सेंमी^{3} सेकंद$^{-1}$)
स्रा : ,, (एकूण)
ह : ऱ्हस्वत्व
ह : हवा–अवकाश गुणोत्तर (निस्सारणविषयातील)
ळ : वर्तुळदर्शक अक्षर
$ळ_उ$: ,, ; उद्युक्त
$ळ_{प्र}$: ,, ; प्रतियोगी
ळ : काळ (सेकंद)
क्ष : क्ष अक्ष
य : य अक्ष
ज्ञ : कार्तनिक मापांक (ग्रॅम सेंमी$^{-2}$)

कानडी अक्षरे

ಇ (इ) : भूपृष्ठाने किंवा भरणपृष्ठाने क्षितिजाशी केलेला कोन (आधारभिंत विषयात)
ಕ (क) : भिंतघर्षण कोन (मुख्यत:)
ಖ (ख) : अंतर्गत घर्षणकोन/कार्तनिक विरोधाचा कोन
ಗ (ग) : भिंतपाठीने क्षितिजाशी केलेला कोन (आधारभिंत विषयात)
ಚ (च) : कोणात्मक वेग/चक्रीय वारंवारता (कंपनविषयक) (सेकंद$^{-1}$)
ಠ (ठ) : कोन
ತ (त) : कार्तनिक प्रतिबल (अपारप्राय राशी विषयात)
ದ (द) : दशाकोन (कंपनविषयात)
ನ (न) : कोन
ರ (र) : विकृति (एकांक)
ಲ (ल) : प्रतिबल (ग्रॅम सेंमी$^{-2}$)

श (श) : घसरपृष्ठाने क्षितिजाशी केलेला कोन (आधारभिंतीवरील मृत्तिकादाब विषयात)

$ऌ_{१}$, $ऌ_{२}$, $ऌ_{३}$: प्रतिबल प्रधान; अनुक्रमे ज्येष्ठ, मध्यम, कनिष्ठ

ऌ : ,, ; कार्यसाधक (उच्चार : ल शिरोरेघ किंवा ल रेघ)

$ऌ_{अ}$: ,, ; अक्षीय

$ऌ_{आ}$: ,, ; आडवे

$ऌ_{उ}$: ,, ; उभे/उद्युक्त

$ऌ_{ख}$: ,, ; ख खोलीवरील

$ऌ_{त्रि}$: ,, ; त्रिज्यादिक्

$ऌ_{लं}$: ,, ; लंबदिक्

$ऌ_{प्र}$: ,, ; प्रतियोगी

$ऌ_{प}$: ,, ; परिघस्थ

इंग्रजी अक्षरे :

$\triangle$: (डेल्टा)

∂ : (डेल्)

d : (डी)

ϵ : (ई) : लघुगणकाचा मूलांक

गणितातील संकेत :

$\overline{गम}$: सरळ अंतर

$\overset{\frown}{गम}$: चापात्मक अंतर

$\approx$: आसन्नमानाने समान

१५(३): परिच्छेद १५ मधील समी. ३

मृत्तिकाबलविज्ञानातील शास्त्रीय संज्ञांचा परिचय

१ स्थापत्य[१] व्यवहारात बांधकामाची सामग्री म्हणून किंवा वास्तूची[२] आधारभूमी[३] म्हणून मृत्तिकेचा[४] संबंध येत असल्यामुळे तिच्या स्थापत्यविषयक गुणधर्मांचा अभ्यास करणे आवश्यक ठरते. या अभ्यासाचे शास्त्र म्हणजेच मृत्तिकाबलविज्ञान[५] किंवा मृत्तिकास्थापत्य[६] होय. या शास्त्रात पाणी आणि भार[७] यांचा मृत्तिकेवर होणारा परिणाम मुख्यत्वेकरून अभ्यासावा लागत असल्यामुळे बलविज्ञान[८] आणि जलशास्त्र[९] यांचा अधिक संबंध येत असला, तरी हे शास्त्र मूलतः व्यावहारिक उपयोगाचे असल्यामुळे इतर शास्त्रांचाही त्यात संबंध येतो; उदा., भूस्तरशास्त्र[१०], पदार्थविज्ञान[११], रसायनशास्त्र[१२], मृत्तिका-विज्ञान[१३], संरचना स्थापत्य[१४] इ. इ.

1. Civil engineeri
2. Structure
3. Foundation
4. Soil
5. Soil mechanics
6. Soil engineerin
7. Load
8. Mechanics
9. Hydraulics
10. Geology
11. Physics
12. Chemistry
13. Soil physics
14. Structural engineering

२ मृत्तिका या शब्दाची या शास्त्रातली व्याख्या इतर शास्त्रांतील—उदा., कृषिशास्त्रातील[१]—व्याख्ये-पेक्षा निराळी आहे. भूमीतील खडकांपासून प्राकृतिक[२] व रासायनिक[३] विघटनामुळे निर्माण झालेल्या व भूपृष्ठापर्यंत पसरलेल्या सर्व अदृढ किंवा विस्कळित स्वरूपातील पदार्थ म्हणजे मृत्तिका अशी या शास्त्रातील व्याख्या आहे. विविध रंगांची, विविध पोतांची[४] माती, वाळू, मुरूम, दगडगोटे इ. सर्वांचा या व्याख्येत समावेश होतो. या सर्वसमावेशक अर्थानेच येथे मृत्तिका हा शब्द वापरला आहे. तीत खनिजाप्रमाणे सेंद्रीय[५] पदार्थही असतात.

1. Agriculture
2. Physical
3. Chemical
4. Texture
5. Organic

३ निसर्गात आढळणाऱ्या खडकांचे तीन मुख्य प्रकार आहेत. अग्निज[१], शादज[२], आणि परि-वर्तित[३]. त्यांतील खनिजे असंख्य प्रकारांची असतात. अशा खडकांच्या विघटनातून निर्माण झालेल्या मृत्तिका ज्यावेळी मूळ स्थानीच राहतात तेव्हा त्यांना स्थानीय[४] मृत्तिका म्हणतात. जलप्रवाह, वारा, इ. अनेक कारणांमुळे त्या

1. Volcanic
2. Sedimentary
3. Metamorphic
4. Residual

जेव्हा अन्य ठिकाणी जाऊन पडतात, तेव्हा त्यांना निक्षेपित[५] मृत्तिका म्हणतात. या प्रवासात त्यांचे गुणधर्म बदलणे साहजिकच असते. स्थानपरत्वे, गुणधर्मपरत्वे मृत्तिकांचे अनेक प्रकार असण्याची शक्यता यावरून सहज ध्यानात येईल. अभ्यासाच्या सोयीसाठी काही प्रातिनिधिक आदर्श प्रकार कल्पून आणि त्यांच्या गुणधर्मांविषयी काही सुकरतादायी[६] गृहीते स्वीकारून मृत्तिकेच्या वर्तनाविषयीचे सिद्धांत मांडले जातात. त्यांतून मिळणारी काटेकोर शास्त्रपूत[७] उत्तरे व्यावहारिक समस्यांसाठी वापरण्यापूर्वी आदर्श गृहीते आणि क्षेत्रीय वस्तुस्थिती[८] यांतील फरकाची सतत जाणीव ठेवावी लागते. याच कारणामुळे आसन्नमान[९] किंवा सत्यसमीप[९] उत्तरेही पुरेशी होतात. काही समस्यांमध्ये "प्रयत्नांती यश[१०]" पद्धतही वापरावी लागते.

5. Deposited or Transported
6. Simplifying
7. Rigorous
8. Field conditions
9. Approximate
10. Trial and error

४ काही मृत्तिकांच्या कणांमध्ये एकमेकांस चिकटण्याचा गुण असतो. एकाच पदार्थातील दोन कणांमधील या गुणास समाकर्षण[१] म्हणतात. भिन्न पदार्थांतील कणांत असा गुण असल्यास त्यास विषमाकर्षण[२] म्हणतात. समाकर्षणाचे अस्तित्व किंवा अभाव या निकषानुसार मृत्तिकांचे दोन गट पाडले, तर त्यांचे इतर गुणही भिन्न असल्याचे आढळते. उदा., नम्यत्व[३] हा असा एक गुणधर्म आहे. समाकर्षणयुक्त चिक्कण मातीच्या लगद्याला हवा तो आकार देता येतो म्हणजेच तिला हवे तसे नमविता येते. ही घडण-सुलभता म्हणजेच नम्यत्व होय. समाकर्षणहीन वाळूत नम्यतेचा पूर्ण अभाव असतो. म्हणून समाकर्षणयुक्त आणि समाकर्षणहीन असे उपरोक्त दोन प्रातिनिधिक प्रकार अभ्यासासाठी घेणे सोयीचे होते. मृत्तिकांचे अन्य प्रकार या दोन मर्यादांत पडतात. हळवी[४] चिक्कण मृत्तिका हा त्यांतलाच एक विशेष प्रकार आहे.

1. Cohesion
2. Adhesion
3. Plasticity
4. Sensitive/Fat

५ मृत्तिकेत निरनिराळ्या आकारांचे व आकारमानांचे[१] कण असतात आणि ती सच्छिद्र[२] असते. त्यामुळे तिने व्यापलेल्या अवकाशात[३] मृत्तिकेचे घनकण[४] व रंध्रांच्या[५] स्वरूपातील पोकळीचा[६] अवकाश या दोहोंचा समावेश होतो. या संबंधात जे दोन शब्दप्रयोग वापरले जातात त्यांच्या व्याख्या अशा :

1. Size
2. Porous
3. Space/Volume
4. Solid particles
5. Pores
6. Voids

१. रंध्रांक[७] = रंध्रांचा अवकाश/कणांचा अवकाश

२. सच्छिद्रता[८] = रंध्रांचा अवकाश/एकूण अवकाश

शुष्क मृत्तिकेच्या पोकळीत फक्त हवा असते. रंध्रे पूर्ण पाण्याने भरलेली असतील, तर मृत्तिका संपृक्त[९] होते. मृत्तिकेचे वजन म्हणजे तिच्यांतील कणांचे व रंध्रांतील पाण्याचे वजन यांची बेरीज असते. एकांक[१०] अवकाश व्यापणाऱ्या मृत्तिकेचे वजन म्हणजे तिची घनता[११] होय. मृत्तिकेतील ओलावा[१२] म्हणजे $\frac{\text{पाण्याचे वजन}}{\text{कणांचे वजन}} \times १००$ होय. ते प्रतिशत प्रमाणात मांडले जाते. मृत्तिकेला उष्णता लावून, ओलावा काढून घेतल्यास तिचे संकोचन[१३] होते. उद्धरणामुळे[१४] मृत्तिकेची घनता कमी होते. तिला निमज्जित[१५] किंवा उद्धरित[१५] घनता म्हणतात. त्याचप्रमाणे शुष्क[१६] घनता आणि आर्द्र[१७] घनता हे शब्दप्रयोगही नेहमी येतात.

7. Void ratio
8. Porosity
9. Saturated
10. Unit
11. Density
12. Moisture conte
13. Shrinkage
14. Buoyancy
15. Submerged/ Buoyant
16. Dry
17. Wet

६ एखाद्या वस्तूचे विस्थापन[१] करावयाचे झाल्यास बलाचा[२] वापर करावा लागतो. बलाच्या साहाय्याने विस्थापनाप्रमाणेच वस्तूत विचलन[३] तसेच विरूपत्वही[४] निर्माण करता येते. बलविषयक अभ्यास म्हणजे बलविज्ञान. बलास महत्ता[५] आणि कारकत्वाची दिशा[६] असतात. बलाची महत्ता आणि दिशा व्यक्त करणाऱ्या रेषेस सदिश[७] म्हणतात. दोन बलांची बेरीज भूमितीच्या साहाय्याने करून फलरूप[८] बल मिळते. एखाद्या वस्तूवर बले कारक असतील व ती समतोल[९] अवस्थेत असेल, तर बलांची बेरीज करण्यासाठी काढलेला बहुभुज[१०] बंदिस्त किंवा बंदमुख[११] असतो. दोन बले सममूल्य परंतु विरुद्धदिक्[१२] असू शकतात. बलाच्या साहाय्याने वस्तूचे विस्थापन होते हे पाहिलेच. प्रतिसेकंद होणारे विस्थापन म्हणजे वेग[१३] होय. गती[१४] वेगळी वेग वेगळा. वेगात प्रतिसेकंद होणाऱ्या फरकास प्रवेग[१५] म्हणतात. गुरुत्वाकर्षण[१६]-बलामुळे निर्माण होणारा प्रवेग म्हणजेच गुरुत्वाकर्षणजन्य प्रवेग होय. एखाद्या वस्तूचे वजन म्हणजे तिचे वस्तुमान[१७] व गुरुत्वजन्य प्रवेग यांचा गुणाकार असतो. बलाच्या साहाय्याने भ्रमणही[१८] निर्माण करता येते. भ्रमणाचा केंद्रबिंदू व बलाचा कारकबिंदू[१९] यांमधील लंबात्मक अंतरास

1. Displacement
2. Force
3. Deflection
4. Deformation
5. Magnitude
6. Line of action
7. Vector
8. Resultant
9. Equilibrium
10. Polygen (of for
11. Closed
12. Equal and opposite
13. Velocity
14. Speed
15. Acceleration
16. Gravity
17. Mass
18. Rotation
19. Point of application

भुजा[२०] म्हणतात. बल × भुजा = परिबल[२१] होय. भ्रमण विषयात परिवस्तु[२२] ही संज्ञा येते. बल × विस्थापन (त्याच दिशेतील) = कार्य[२३]; ते करताना ऊर्जा[२४] किंवा कार्यशक्ती[२५] खर्च होते.

20. Arm
21. Moment
22. Moment of inertia
23. Work
24. Energy

७ बलांचे प्रकार तीन : १. ताण[१], २. दमन[२], आणि ३. कर्तन.[३] एकांक क्षेत्रावर कारक असणारे बल किंवा बल / क्षेत्र म्हणजे प्रतिबल[४] होय. एकांक क्षेत्रावरील दमन बलास दाब[५] ही संज्ञा वापरतात. परिपीडनजन्य[६] प्रतिबल हा कार्तनिक प्रतिबलाचाच प्रकार म्हणता येईल. एकांक विरूपत्व म्हणजे विकृती[७] होय. उदा., ताणलेल्या तारेची वाढलेली लांबी हे विरूपत्व आणि विरूपत्व ÷ मूळ लांबी म्हणजे विकृती होय. स्थितिस्थापक[८] पदार्थातील प्रतिबल आणि विकृती यांविषयीचा हूकचा नियम आणि यंगचा मापांक[९] तसेच पॉयसनचे गुणोत्तर प्रसिद्धच आहेत. याच विषयात प्रत्यावर्तनाचा[१०] गुणांक[११] ही संज्ञा येते. प्रतिबल तेच राहून विरूपत्व चालूच राहते तेव्हा त्या घटनेस नम्य विसर्पण[१२] म्हणतात. नम्य विसर्पणानंतर अंतिम उच्छेदाप्रत[१३] होणाऱ्या संक्रमणास[१४] वर्धमान[१५] उच्छेद-क्रिया म्हणतात. प्रत्यक्ष उच्छेदापूर्वी उच्छेद समीपावस्था[१६] येते. निश्चित पृष्ठावरून न झालेला उच्छेद म्हणजे अवपात[१७] होय. आधारभूमीतील उच्छेदामुळे भूपृष्ठावर काही उदाहरणांत, फुगवटा किंवा उत्क्षेप[१८] निर्माण होतो.

1. Tension
2. Compression
3. Shear
4. Stress
5. Pressure
6. Torsional
7. Strain
8. Elastic
9. Modulus
10. Restitution
11. Coefficient
12. Plastic flow
13. Failure
14. Transition
15. Progressive
16. State of incipient failure
17. Slump
18. Heave

८ मृत्तिकेत ताण सहन करण्याचे सामर्थ्य[१] नसतेच म्हटले तरी चालेल. दमनकारी बले पेलण्याचे किंवा कार्तनिक बलांना विरोध करण्याचे सामर्थ्य मात्र तिच्यात असते. समाकर्षणाप्रमाणेच कणाकणांतील घर्षणाचा म्हणजेच अंतर्गत घर्षणाचाही[२] या विरोधात भाग असतो. मृत्तिकेचे कार्तनिक सामर्थ्य ठरविण्यासाठी एकदिक्[३] किंवा त्रिदिक्[४] प्रयोग करतात. या प्रयोगांतील परिस्थितीनुसार त्यांचे तीन प्रकार होतात. १ द्रुत[५] २ दृढीभवनोत्तर द्रुत[६] आणि ३ विलंबित.[७] प्रयोगातील प्रतिबल-विकृती संबंधाचा आलेख काढला असता, मृत्तिकेचा वश्यताबिंदू[८] तसेच अंतिम कार्तनिक सामर्थ्य मिळते. या प्रयोगावरून

1. Strength
2. Internal friction
3. Direct
4. Triaxial
5. Quick
6. Consolidated quick
7. Slow
8. Yield point

मिळणारा कार्तनिक विरोधाचा कोन आणि वाळूचा नैसर्गिक विरामकोन[९] हे एक नव्हेत. आधारभूमीचे सामर्थ्य ठरविण्यासाठी अभंग[१०] नमुना घ्यावा लागतो. या प्रयोगात शीघ्रचेतन[११] दाबमापक[१२] व संचयपात्र[१३] वापरली जातात. मृत्तिकेच्या रंध्रांतील पाण्याचा दाब कार्तनिक विरोधावर महत्त्वाचा प्रभाव पाडतो. हाच रंध्रजलदाब[१४] होय.

9. Angle of repose
10. Undisturbed
11. Sensitive
12. Pressure gauge
13. Accumulator
14. Pore pressure

९ संपृक्त मृत्तिकाथरातील आडव्या छेदावर येणाऱ्या दमनप्रतिबलाचे दोन घटक पडतात : १. पाण्याचा दाब; त्याला उदासीन[१] प्रतिबल म्हणतात; कारण मृत्तिकेच्या कार्तनिक विरोधात तो भाग घेत नाही आणि २. कार्यसाधक[२] प्रतिबल; त्यावर कार्तनिक विरोध अवलंबून असतो.

1. Neutral
2. Effective

१० एखाद्या भारवाही पदार्थातून घेतलेल्या ज्या छेदावर कार्तनिक प्रतिबलाचा अभाव असतो त्या छेदपृष्ठास प्रधान पृष्ठ[१] असे म्हणतात व त्यावरील लंबदिक्[२] प्रतिबल म्हणजे प्रधान प्रतिबल होय. त्याचे तीन पृष्ठांनुसार होणारे प्रकार असे : ज्येष्ठ[३], मध्यम[४] आणि कनिष्ठ[५]. मोहूरप्रणीत प्रतिबलवर्तुळ पद्धतीचा अवलंब करून प्रधान प्रतिबले ठरविता येतात. या पद्धतीत कूलोमचे समीकरण व्यक्त करणाऱ्या रेषेला भंजन-रेषा[६] म्हणतात. या पद्धतीत विशिष्ट पृष्ठावरील एखाद्या बिंदुस्थानी असणारी प्रतिबले देणारा ध्रुवबिंदू[७] काढला जातो.

1. Principal plane
2. Normal
3. Major
4. Medium
5. Minor
6. Line of rupture
7. Pole

११ साधारणतः मृत्तिकेच्या भरावाला[१] किंवा दरडीला[२] स्थिर राहण्यासाठी उतार ठेवावा लागतो. सरळ उभी दरड फार काळ स्थिर राहू शकत नाही. अशा दरडी कोसळल्याची किंवा घसरण[३] घडून आल्याची उदाहरणे नेहमी ऐकण्यात येतात. सुरक्षिततेसाठी आवश्यक असा उतार न ठेवता दरड स्थिर ठेवायची असेल, तर तिला उभी आडवी किंवा तिरपी लाकडे म्हणजेच धीरे व तीर अशी आधारकाष्ठे[४] लावून किंवा भिंत बांधून आधार द्यावा लागतो. अशा भिंतीस आधारभिंत[५] असे म्हणतात. पाण्याचे नळ टाकण्यासाठी खणलेल्या चरांना आधारकाष्ठे लावलेली नेहमी दृष्टीस पडतात. तसेच पुलाच्या दोन्ही बाजूंस असणाऱ्या भरावांना आधारभिंती बांधून आधार

1. Embankment
2. Cut
3. Slide
4. Timbering
5. Retaining wall

दिलेला असतो हेही आपण पाहतो. समुद्रकाठी बांधल्या जाणाऱ्या धक्क्याच्या भिंती[६] यासुद्धा आधारभिंतींचा एक प्रकार होय. आधारभिंतीमागील मृत्तिकाराशीचा पृष्ठभाग समतल[७] असू शकेल किंवा उतरता अथवा तिरकस असू शकेल. त्याचप्रमाणे त्यावर इमारतीमुळे वगैरे येणारा अधिभारही[८] असू शकेल. आधारभिंतीमागे भरलेली माती म्हणजे भरण[९] होय. पाणी साठविले असता ज्याप्रमाणे भिंतीवर दाब येतो तसाच मृत्तिकेमुळेही आधारभिंतीवर तसेच आधारकाष्ठांवर दाब येतो. त्यास मृत्तिकादाब[१०] असे म्हणतात. भिंतीमागील मृत्तिकाराशीच्या अवस्थेनुसार तिच्यावर येणाऱ्या दाबाचे तीन प्रकार केले जातात. १. उद्युक्त[११], २. प्रतियोगी[१२] आणि ३. स्तब्ध[१३]. उद्युक्त अवस्थेत मृत्तिकाराशीचे पार्श्वीय[१४] प्रसरण किंवा विस्तरण[१५] होते व प्रतियोगी अवस्थेत पार्श्वीय दमन होते. हे दाब ठरविणारे गुणांक म्हणजेच मृत्तिकादाब-गुणांक[१६] होत. रॅन्किन्‌प्रणीत मृत्तिकादाबविषयक सिद्धांत प्रसिद्ध आहे. मृत्तिकादाब ठरविण्याच्या पद्धतींपैकी कूलोमची, कुलमानची तसेच घर्षणवर्तुळाची[१७], लघुगणकीय वक्राची[१८] इ. पद्धती विशेष प्रसिद्ध आहेत. मृत्तिकाभरणामुळे येणारा पार्श्वीय दाब पेलण्यासाठी जेव्हा फक्त भिंतीच्या वजनाचाच उपयोग केला जातो तेव्हा त्या भिंतीस गुरुत्वाधारी[१९] आधारभिंत असे म्हणतात. आधारभिंतीचा दुसरा प्रकार म्हणजे वितानकरूपी[२०] भिंत हा होय. लाकडी किंवा लोखंडी फलकस्थूणा[२१] भूमीत ठोकून किंवा दुसऱ्या शब्दात त्यांची भिंत बांधून मृत्तिकाराशीला आधार देता येतो. अशा भिंतीस फलकभिंत[२२] म्हणतात. फलकभिंतीच्या स्थैर्यासाठी तिच्यामागील भरणामध्ये काही अंतरावर कीलक किंवा खुटवा[२३] स्थापावा लागतो. कीलक आणि भिंत कीलक-बाहूने[२४] जोडलेले असतात. भित्तिका किंवा पाट[२५] यांचाही कीलक म्हणून उपयोग केला जातो.

6. Quay wall
7. Horizontal
8. Surcharge
9. Fill
10. Earth pressure
11. Active
12. Passive
13. At Rest
14. Lateral
15. Expansion or Extension
16. Coefficient of earth pressure
17. Friction circle
18. Logarithmic Spiral
19. Gravity wall
20. Cantilever
21. Sheet pile
22. Bulkhead
23. Anchor
24. Anchor arm
25. Anchor plate

१२ आधारभिंतींचा उच्छेद दोन प्रकारे होतो : १. विचलन पद्धतीचा म्हणजे कलंडून[१] होणारा आणि २. स्थानांतर[२] पद्धतीचा म्हणजे मूळ स्थानास समांतर ठिकाणी तळापासून सरकून झालेला. उच्छेदाच्या

1. Tilting
2. Displacement

वेळी भिंतीच्या पाठीमागे त्रिकोणी आकाराचा मृत्तिकाखंड सरकू लागतो. त्याच्या तिरकस तळास घसरपृष्ठ[3] असे म्हणतात. फलकभिंतीच्या बाबतीत वाकून[4] उच्छेद होण्याचा संभव असतो.

3. Surface of sliding
4. Buckling

१३ एखाद्या मृत्तिकाराशीतील मधलाच भाग खाली सरकू लागला, तर या सरकणाऱ्या भागाकडून शेजारच्या भागावर दाब संक्रमित केला जातो. या क्रियेस छत्रक्रिया[1] म्हणतात व विचलित होणाऱ्या भागावर मृत्तिकेने छत्र धरले किंवा तिने छत्ररूप[2] धारण केले असे म्हणतात.

1. Arch action
2. Arch over

१४ इमारती, धरणे, रस्ते इ. मुळे भूमीवर भार पडतो. ज्या क्षेत्रावर बाह्य भार ठेवला जातो त्यास भारधारण क्षेत्र[1] म्हणतात. भूमीवर भार ठेवला असता, खडक सोडता, इतर ठिकाणी कमी अधिक प्रमाणात भूमी दबून वरची वास्तू खाली सरकते म्हणजेच खचते. या क्रियेस अवसीदन[2] असे म्हणतात. अवसीदनाचे प्रमाण फार वाढल्यास आधारभूमीचा उच्छेद घडून येण्याचा संभव असतो. अवसीदन कालानुवर्ती असते. आधारभूमीचा उच्छेद घडवून आणण्यास आवश्यक असलेल्या भारास भारधारणक्षमता[3] म्हणतात. ती ठरविण्यासाठी धारण-गुणक[4] उपयोगी ठरतात. इमारतींचा पाया भूपृष्ठाजवळच असतो. सलग भिंतीऐवजी पुष्कळ वेळा इमारतींचा भार खांबांवर घेतलेला असतो. अशा खांबांच्या खाली पादकांची[5] योजना करून हा भार मृत्तिकेवर संक्रमित केला जातो. काही ठिकाणी भूपृष्ठाखाली खांब ठोकून त्यांवर इमारतीचा पाया ठेवतात. या खांबांना स्थूणा[6] म्हणतात. ही सर्व उदाहरणे स्थैतिक भारांची आहेत. एंजिनांच्या पायामुळे, वाहनांच्या रहदारीमुळे भूमीवर गतिजन्य भारही[7] निर्माण होतात. भूकंपामुळेही असे गतिजन्य भार निर्माण होतात. स्थूणा ठोकताना तिच्या बाजूवर घर्षणजन्य विरोध निर्माण होतो त्यास त्वक्घर्षण[8] म्हणतात. खालच्या टोकाला विरोध होतो तो अग्रविरोध[9] होय. वेधनविरोधाचे दोन प्रकार आहेत. १. मंदवेधन विरोध[10] आणि २. शीघ्रवेधन विरोध[11] स्थूणेवर भारप्रयोग[12] केला असता, पहिल्या

1. Bearing area
2. Settlement
3. Bearing capacity
4. B. C. Factors
5. Footing
6. Pile
7. Dynamic loads
8. Skin friction
9. Point resistance
10. Static resistance
11. Dynamic resistance
12. Load test

प्रकारचा आणि तो ठोकताना दुसऱ्या प्रकारचा विरोध होतो. स्थूणांच्या बाबतीत क्वचित् उद्वेधनाचा[१३] अनुभव येतो. स्थूणेच्या माथ्यावर संरक्षणासाठी टोपण[१४] बसविले जाते.

13. Rebound
14. Pile cap

१५ मृत्तिकाराशीच्या पृष्ठभागापासून खाली उभ्या दिशेने निरनिराळ्या कामांसाठी दंडगोलाकृती[१] विवरांची खोदाई करावी लागते. अशा विवरांचा व्यास खोलीच्या मानाने लहान असेल तर त्यास विवर[२] अशी संज्ञा आहे. उदा., भूमीचे अन्वेषण[३] करण्यासाठी घेतलेली वेधन विवरे. ज्यावेळी अशा विवराचा व्यास खोलीच्या मानाने लक्षणीय असेल त्यावेळेस कूप[४] ही संज्ञा वापरली जाते. उदा., पाणी अथवा धान्य साठविण्यासाठी घेतलेले कूप किंवा भूमीपासून भुयारापर्यंत पोचण्यासाठी घेतलेले कूप. भूपृष्ठाला साधारणतः समांतर अशा तऱ्हेने घेतलेल्या दंडगोलाकृती विवरास बोगदा[५] किंवा भुयार हे शब्द वापरले जातात. सर्वसाधारण भूपृष्ठाच्या वर असलेल्या डोंगरातून पलिकडे जाण्यासाठी काढलेल्या विवरास बोगदा ही संज्ञा वापरली जाते. उदा., रस्त्यावरील किंवा लोह-मार्गातील बोगदे आणि असे विवर ज्यावेळी सर्वसाधारण भूपृष्ठाच्या खाली असेल, त्या वेळी भुयार ही संज्ञा वापरली जाते. उदा., भूपृष्ठाखालून लोहमार्ग नेण्यासाठी घेतलेले आडवे विवर किंवा सांडपाणी वाहून नेण्यासाठी घेतलेली विवरे. अशा बांधकामामुळेसुद्धा भूमीच्या अंतरंगातील मृत्तिकेत भार कारक होतात. या विषयात कंकण-क्रिया[६] अनुभवास येते.

1. Cylindrical
2. Hole
3. Investigation
4. Shaft/Well
5. Tunnel
6. Ring action

१६ स्थिर पाण्याचे गुणधर्म आणि वर्तन यांचा अभ्यास स्थिरजलशास्त्रात[१] होतो तर प्रवाही स्वरूपा-तील विषयाचा अभ्यास चलज्जलशास्त्रात[२] केला जातो. मृत्तिका-बलविज्ञानांत या दोन्ही शास्त्रांचा संबंध येत असल्यामुळे त्यांतील संज्ञांचा परिचय आवश्यक ठरतो.

1. Hydrostatics
2. Hydraulics

१७ एखाद्या भांड्यात पाणी साठविले, तर त्यातील विविक्षित बिंदुस्थानचा दर चौ. फुटावरील जलदाब, पाण्याची घनता आणि त्या स्थानी असलेली पाण्याची उंची या गुणाकाराइतका असतो. म्हणजेच साठविलेल्या किंवा

संचित[1] पाण्याच्या उंचीनुसार तो वाढत जातो. दुसऱ्या शब्दांत, साठ्याच्या म्हणजेच संचिताच्या उंचीचे मूल्य किंवा थोडक्यात संचिताचे[2] मूल्य हे जलदाबाचे निदर्शक असते असे म्हणता येईल. अशा भांड्याला तळाजवळ एखादे छिद्र[3] पाडले तर त्यातून पाणी वाहू लागते. स्थिर पाण्याला प्रवाही रूप देण्यास संचित कारणीभूत होते किंवा संचिताचाच हा खेळ होय. स्थिर परिस्थितीतील जलदाब-दर्शक संचित ते स्थैतिक[4] संचित होय.

1. Headed up
2. Head
3. Orifice
4. Static head

१८ वाहणाऱ्या पाण्यात गतिकारी[1] ऊर्जा असते. ज्या स्थिर पाण्याचे प्रवाही अवस्थेत रूपांतर झाले त्यात अव्यक्त स्वरूपात ही ऊर्जा होतीच; तिला दाब ऊर्जा[2] म्हणतात. उंच स्थानापासून उताराने पाणी वाहते. उंचीचे आधिक्य या ठिकाणी प्रवाही स्वरूपास कारणीभूत होते. स्थानविशेषत्वामुळे येणारी ही ऊर्जा म्हणजे स्थान-जन्य[3] किंवा स्थान ऊर्जा होय. म्हणजे ऊर्जेचे तीन प्रकार झाले. हे प्रकार संचिताच्या उंचीच्या स्वरूपात मांडता येतात. त्यामुळे प्रत्येक प्रकाराला आनुषंगिक असे विशेषण संचिताला लावता येते, ते असे : स्थानसंचित[4], दाबसंचित[5] आणि वेगसंचित.[6] एखाद्या सार्वत्रिक स्वरूपाच्या उदाहरणात हे तिन्ही प्रकार अस्तित्वात असू शकतील.

1. Kinetic
2. Pressure
3. Static
4. Static head
5. Pressure head
6. Velocity head

१९ एखाद्या बिंदुस्थानी पाण्यातील दाब-संचित किती आहे हे त्या ठिकाणी जलस्तंभ-मापिका[1] लावली असता, तिच्यात चढणाऱ्या जलस्तंभाच्या उंचीवरून कळू शकते. या स्तंभाचे माथ्याचे बिंदू जोडले असता जलीय प्रक्रम[2] मिळतो. जलीय प्रक्रमाच्या मूल्यावर पाण्याचा वेग अवलंबून असतो.

1. Piezometric tube
2. Hydraulic gradient

२० आदर्शरूप पाण्यात स्निग्धता[1] नसते असे गृहीत धरले जाते. प्रवाहाच्या स्वरूपावरून त्याचे प्रकार पडतात ते असे : सुस्तर[2], क्षुब्ध[3] इ. मृत्तिका सच्छिद्र असतात त्यामुळे त्यांतून पाणी झिरपते.[4] हा प्रवाह सुस्तर असतो. वाळू झिरपण्यास सुलभ असते म्हणजेच पाझरक्षम[5] असते; तर चिक्कण माती जलाभेद्य[6] म्हणण्याइतकी कमी पाझरणारी असते. झिरपून बाहेर पडणारे पाणी म्हणजे स्राव[7] होय. दर सेकंदास एकांक

1. Viscosity
2. Linear
3. Turbulent
4. Percolate
5. Permeable
6. Impervious
7. Discharge

क्षेत्रातून प्राप्त होणारा स्राव म्हणजेच पाझराचा वेग किंवा स्रावाचा वेग होय. स्राव–वेगाचे डार्सीचे सूत्र प्रसिद्ध आहे. ते असे :

ग (स्राववेग) = झ (पाझर-गुणांक[८]) × म (जलीयप्रक्रम). प्रत्यक्षात मृत्तिकेतून वाहणाऱ्या पाण्याचा प्रवास तिच्यातील रंध्रांच्या सलगतेतून निर्माण होणाऱ्या मार्गांनी होत असतो. या प्रवासाचा वेग म्हणजेच क्षरण[९]–वेग. हा स्राववेगापेक्षा निराळा असतो. मृत्तिकाराशीतून पाणी झिरपण्याचे जे मार्ग असतात त्यांना क्षरणरेषा[१०] म्हणतात व त्यांना काटकोनात छेदणाऱ्या रेषांना समदाबसंचित रेषा[११] असे म्हणतात. या रेषेवर प्रत्येक बिंदुस्थानी जलस्तंभ-मापिका ठेवल्या, तर त्यांतील पाणी एकाच उंचीतपर्यंत चढते. मृत्तिकाराशीतून किंवा भरावातून पाणी झिरपताना क्षरणरेषा आणि समदाबसंचित रेषा यांची मिळून जी आकृती तयार होते तिला क्षरणजाल[१२] असे म्हणतात. दोन क्षरणरेषांतील जागा म्हणजे पात्र[१३] होय आणि दोन समदाबसंचित रेषांतील जागा म्हणजे क्षेत्र[१४] होय. भरावातील क्षरणजालाची सर्वांत वरची रेषा म्हणजे क्षरणशिरोरेषा[१५] होय.

8. Coefficient of permeability
9. Velocity of seepage
10. Flow line
11. Equipotential lines
12. Flow net
13. Channel
14. Field
15. Phreatic line

२१ झिरपणाऱ्या पाण्यामुळे विशिष्ट परिस्थितीत मृत्तिकेतील कण विस्थापित होऊन पाण्याबरोबर बाहेर पडू शकतात. जसजसे कण बाहेर जातात तसतसा पाण्याला उपलब्ध झालेला मार्ग वाढत जातो आणि त्यामुळे पाण्याचा वेग वाढून मातीचे अधिकाधिक कण बाहेर पडतात म्हणजेच माती पोखरली जाऊन तिच्यामध्ये बिळासारखा मार्ग निर्माण होतो. म्हणून या क्रियेस बिलक्रिया[१] असे म्हणतात. मृत्तिकाराशीच्या स्थैर्यास[२] बिलक्रियेमुळे फार मोठा धोका निर्माण होऊ शकतो. म्हणून मृत्तिकाराशीतून झिरपणारे पाणी सुलभपणे आणि मृत्तिकेच्या स्थैर्याला बाध न येता बाहेर टाकण्यासाठी विजालकांची[३] योजना केली जाते. विजालक सच्छिद्र अशा वाळूचा किंवा वाळूच्या अनेक थरांचा बनलेला असतो. विजालकांतील थरांच्या विशिष्ट रचनेमुळे त्यास व्युत्क्रम विजालक[४] असे म्हणतात.

1. Piping
2. Stability
3. Filter
4. Inverted filter

२२ मृत्तिकाराशीतील पाणी काढून घेण्याच्या क्रियेला निस्सारण[1] हा शब्दप्रयोग वापरला जातो. मृत्तिकेत चर[2] किंवा भुयारे यांचा व्यूह[3] बांधून पाणी बाहेर पडण्यासाठी वाट काढून दिली असता, त्यास गुरुत्वानुसारी[4] निस्सारण असे म्हणतात. भूपृष्ठातून होणाऱ्या बाष्पीभवनामुळे जे निस्सारण घडून येते त्यास उच्छोषणजन्य[5] निस्सारण असे म्हणतात. विहिरीतून पाणी उपसून केलेल्या निस्सारणास उपसा-निस्सारण[6] म्हणतात.

1. Drainage
2. Trench
3. System/Layout
4. by gravity
5. Desiccation
6. Drainage by pumping

२३ सूक्ष्म नलिकांत केशाकर्षणामुळे[1] पाणी वर खेचले जाते हा नेहमीचा अनुभव आहे. मृत्तिकांमधील सूक्ष्म रंध्रे एकमेकांस जोडली जाऊन मृत्तिकेमध्ये नलिकांसारखे[2] किंवा खाचांसारखे[3] मार्ग निर्माण होतात व केशाकर्षणजन्य ऊर्ध्वगमनामुळे[4] सर्वसाधारण भूमिगत जलपातळी[5]पेक्षाही वर बऱ्याच उंचीपर्यंत पाणी चढू शकते. जेव्हा एखाद्या सूक्ष्म नलिकेत केशाकर्षणामुळे पाणी वर चढते त्यावेळेस अशा जलस्तंभाच्या माथ्याच्या पृष्ठभागास पृष्ठीय तवंग[6] असे म्हणतात. या पृष्ठीय तवंगात पृष्ठीय ताण[7] अस्तित्वात असतो. केशाकर्षण नलिकेतील द्रवाच्या पृष्ठभागाचा आधार नेहमी एखाद्या कुंभाच्या तळासारखा असतो. म्हणून त्यास कुंभपृष्ठ[8] असे म्हणतात. या पृष्ठाने नलिकेच्या उभ्या भिंतीशी केलेला कोन म्हणजे स्पर्शकोन[9] होय. कुंभपृष्ठ अंर्तवक्र[10] तसेच बहिर्वक्र[11] असू शकते. पाणी भरलेल्या पात्रात वक्र, सूक्ष्म नलिका ठेवली असता, केशाकर्षणामुळे उत्क्षेपणीची[12] निर्मिती सुद्धा होऊ शकते.

1. Capillary
2. Tubes
3. Grooves
4. Capillary rise
5. Ground water table
6. Surface film
7. Surface tension
8. Meniscus
9. Angle of contac
10. Concave
11. Convex
12. Siphon

२४ मृत्तिकेपैकी काही भाग पोकळ असतो तेव्हा तो कमी करून मृत्तिकेची घनता वाढविणे म्हणजेच तिचे दृढीकरण[1] करणे शक्य आहे हे ध्यानात येईल. दृढीकरणाच्या प्रक्रियेत मृत्तिकेतील कण अधिक जवळ आणले जातात. ही हालचाल होण्यासाठी बलाचा उपयोग करावा लागतो. त्याचप्रमाणे पाण्याचाही स्नेहांजनासारखा[2] उपयोग होतो. दृढीकरणाच्या प्रयोगात असे दिसून येते की कमी जलमान किंवा अतिरिक्त जलमान ठेवून दृढीकरण केल्यास घनता कमी असते परंतु विशिष्ट जलमान—ज्यास उत्तमीय[3] जलमान म्हणतात—असल्यास, घनता महत्तम

1. Compaction
2. Lubricant
3. Optimum

असते. हिलाच उत्तमीय घनता म्हणतात. दृढीकरणाच्या प्रक्रियेत मृत्तिका संपृक्त नसते. दृढीकरण आणि दृढीभवन[४] यांतील फरक लक्षात ठेवला पाहिजे. सामान्य व्यवहारात हे दोन्ही शब्द पुष्कळ वेळा समानार्थी वापरले जातात. दोन्ही प्रकारांत घनता वाढते परंतु दृढीभवनात मृत्तिका संपृक्त असावी लागते. अशा मृत्तिकेच्या नमुन्यावर भार ठेवला असता, पाणी बाहेर पडते व तेवढ्याच प्रमाणात पोकळीचे मानही कमी होते. म्हणजेच बाहेरची हवा पोकळीत येत नाही. दृढीभवनाचे हे व्यवच्छेदक लक्षण आहे. अर्थातच नमुन्याची घनता वाढते. दृढीभवनाच्या उलट प्रक्रियेस स्फायन[५] म्हणतात. दृढीभवनाच्या प्रक्रियेत मृत्तिकेवर ठेवलेला भार प्रारंभी अंशतः कणांनी आणि अंशतः पाण्याने पेलला जातो. क्रमशः पाण्याने पेललेला भार शून्य होऊन शेवटी सर्व भार मृत्तिका कणांनीच पेलला जातो. ज्याचे दृढीभवन होत आहे अशा थरात निर-निराळ्या स्थानी विशिष्ट क्षणी असलेला जलदाब दाखविणाऱ्या आलेखास एककालीन[६] रेषा म्हणतात. प्रारंभीची ती एककालीन आदिरेषा[७] आणि शेवटची ती एककालीन अंतिम रेषा[८] होय. मधल्या काळातील निर-निरनिराळ्या क्षणांसाठीही अशा रेषा काढता येतात. या सर्वांचे मिळून संचितचित्र[९] होते. दृढीभवन विषयात काल-गुणक[१०] किंवा समयगुणक आणि पूर्वदृढीभवन[११] या संज्ञा येतात. त्याचप्रमाणे अवकाशवर्धनाचा[१२] व अवकाश-क्षयाचा[१३], दमनीयतेचा[१४] व स्थितिस्थापक प्रत्यावर्तनाचा, दृढीभवनाचा व स्फायनाचा असे गुणांकही येतात. दृढीभवन द्विमितीत[१५] तसेच त्रिमितीतही[१६] घडून येते. दृढीभवन क्रिया आणि उष्णतासंवहन क्रिया[१७] तसेच वायूचे अभि-सरण[१८] यांत गणिती साम्य[१९] आहे.

4. Consolidation
5. Swelling
6. Isochrones
7. Zero isochrone
8. Final isochrone
9. Piezograph
10. Time factor
11. Preconsolidation
12. Volume increase
13. Volume decrease
14. Compressibility
15. Two dimensional
16. Three dimensional
17. Thermodynamic process
18. Diffusion
19. Mathematical analogue

२५ धरणांसाठी किंवा रस्त्यांसाठी जे भराव बांधले जातात त्यांच्या दोन्ही बाजूंस कोणत्याही परि-स्थितीत स्थिर राहतील असे उतार ठेवावे लागतात. धरणाच्या बाबतीत नदीच्या उगमाकडचा तो उगम-दिशेचा[१] उतार आणि प्रवाह जिकडे जातो त्या बाजूचा तो प्रवाह-दिशेचा[२] उतार म्हटला जातो. उताराचा उच्छेद साधारणपणे

1. Up-stream
2. Down-stream

वर्तुळाकार पृष्ठावरून होतो. त्यास घसर-वर्तुळ[3] म्हणतात. ही घटना लक्षात घेऊन स्थैर्य-निश्चितीची[4] जी पद्धत रूढ केलेली आहे तीस घसर-वर्तुळ-पद्धती म्हणतात. या पद्धतीत विचारार्थ घेतलेल्या मृत्तिकाखंडाची शकले[5] करून स्थैर्यविश्लेषण करतात. घसरवर्तुळे तळबिंदुगामी[6] किंवा मध्यमावर्तुळे[7] असतात. काही विशिष्ट परिस्थितीत घसरपृष्ठ संमिश्र[8] आकाराचे असते. स्थैर्यनिश्चिती करताना सुरक्षिततांक[9] विशिष्ट मूल्याचा असावा लागतो. जलाशय पूर्ण भरून भरावात स्थायी क्षरणजाल निर्माण झाले असताना, म्हणजेच स्थायीक्षरणजाल[10] अवस्थेत भरावाच्या स्थैर्याची निश्चिती करावी लागते. त्याचप्रमाणे या परिस्थितीत अतिवृष्टी होत असेल, तर या स्थितीतील म्हणजेच अतिवृष्टीकालीन[11] अवस्थेतील स्थैर्यही निश्चित करावे लागते. जलाशय द्रुतगतीने रिकामा झाला, तर उगम-दिशेकडील उताराचे स्थैर्य धोक्यात येऊ शकते. या स्थितीस द्रुतरिक्तनावस्था[12] म्हणतात.

3. Slip circle
4. Stability analysis
5. Slices
6. Toe-circle
7. Median-circle
8. Composite
9. Factor of safety
10. Steady flownet condition
11. Heavy downpour condition
12. Sudden draw-down condition

२६ धरणाच्या पायातून पाणी अतिरिक्त प्रमाणात झिरपून जाऊ नये म्हणून जे उपाय योजतात त्यांना जलरोधक[1] उपाय म्हणतात. उदा., जलरोधक खंदक[2]. नदी-पात्रातील बांधकामाच्या वेळी तेथे नदीचे पाणी येऊ नये व बांधकामासाठी शक्य तेवढे कोरडे क्षेत्र उपलब्ध व्हावे म्हणून नदी-पात्रात जो तात्पुरता बांध घालतात त्यास कुंडनबांध[3] म्हणतात. धरणातील पुराचे पाणी उत्सारण-मार्गावरून[4] पडून खाली नदीत जाण्यापूर्वी त्याचा वेग सुरक्षित मर्यादेत आणावा लागतो. त्यासाठी थारोळे[5] किंवा जलक्षोभनाशी कुंड[5] बांधले जाते. काही वेळा त्याचा आकार पाण्यापुढे पायघडी[6] घालावी असा असतो. चिरेबंदी[7] किंवा काँक्रीटच्या धरणात छत्रपथ[8] ठेवतात. धरणातून पाणी सोडण्यासाठी विमोचक[9] असतात. वीजघराकडे पाणी नेणाऱ्या नलिकांत झडपा[10] असतात.

1. Cut-off arrangement
2. Cut-off trench
3. Coffer dam
4. Spillway
5. Stilling basin
6. Apron
7. Masonry
8. Gallery
9. Outlet
10. Valve

२७ पादकालगतच्या मातीच्या थरास निम्नस्तर[1] असे म्हणतात. ज्यावेळी एखादा भार पादकाचे द्वारा मृत्तिकेवर संक्रमित केला जातो त्या वेळी अशा पादकाच्या तळावर स्पर्शदाब[2] निर्माण होतो. स्पर्शदाब पादकाच्या

1. Subgrade
2. Contact pressure

क्षेत्रावर सर्व ठिकाणी सारखा नसतो. तरीही सोपेपणासाठी एकांक क्षेत्रावरील स्पर्शदाब आणि तदनुषंगिक अवसीदन या गुणोत्तराचे मूल्य भारीत क्षेत्राच्या प्रत्येक ठिकाणी सारखेच असते, असे काही समस्यांत गृहीत धरण्याचा प्रघात आहे. प्रत्यक्षातील स्पर्शदाब आणि उपरोक्त गृहीतातील स्पर्शदाब यांतील वेगळेपणा स्पष्ट व्हावा म्हणून या स्पर्शदाबास निम्नस्तर-प्रतिक्रिया[3] असे म्हणतात. निम्नस्तर प्रतिक्रिया आणि तदनुषंगिक अवसीदन यांतील गुणोत्तरास निम्नस्तर प्रतिक्रियेचा गुणांक असे म्हणतात. क्षितिजलंब[4] दिशेतील प्रतिक्रियेप्रमाणे क्षितिजसमांतर[5] दिशेतही अशा तऱ्हेचा गुणांक काही उदाहरणांत ठरविता येतो.

3. Subgrade reaction
4. Vertical
5. Horizontal

२८ विवेचनाच्या सोयीसाठी प्रत्यक्षातील भारांचे खालीलप्रमाणे वर्गीकरण केले जाते. १. बिंदुभार[1], २. रेषाभार[2], ३. क्षेत्रव्यापी भार[3] क्षेत्रव्यापी भारांचे पुनः आकारानुसार उपवर्ग पाडता येतात. १. पट्टिका[4], २. चौरसाकृती[5], ३. वर्तुळाकृती[6], ४. आयताकृती[7]. ज्या पादकांच्या द्वारे भार संक्रमित होतात, त्यांचेही त्यांच्या गुणधर्मानुसार ताठ[8] आणि लवचिक[9] असे प्रकार करता येतात. एकूण भार आणि भारांचा आकार किंवा आकारमान हे जसे महत्त्वाचे तसेच विवक्षित भाराचे रेषेवरील किंवा क्षेत्रावरील वितरण[10] हेही महत्त्वाचे असते. एकांक क्षेत्रस्थ मूल्य सगळीकडे सारखेच असेल तेव्हा तो समप्रमाण[11] वितरित भार असतो. अन्य प्रकारची वितरणेही शक्य असतात. खोलीनुसार वाढत जाणारे स्थिरजलदाबासारखे वितरण[12] हे एक त्यांपैकी नेहमीचे उदाहरण आहे.

1. Point load
2. Line load
3. Area load
4. Strip load
5. Square
6. Circular
7. Rectangular
8. Rigid
9. Flexible
10. Distribution
11. Uniform
12. Hydrostatic distribution

२९ मृत्तिकाराशीत निरनिराळ्या प्रकारांच्या भारांमुळे किंवा बांधकामामुळे जी प्रतिबले निर्माण होतात त्यांच्या सैद्धांतिक अन्वेषणासाठी मृत्तिकाराशीला आदर्श रूप दिले जाते. प्रथमतः हा राशी अपारप्राय[1] आहे असे गृहीत धरतात. समतल पृष्ठभाग असलेल्या व अधस् दिशेत तसेच सर्व क्षितिजसमांतर दिशांत अपार पसरलेल्या राशीस अपारप्राय राशी असे म्हणतात. पूर्णपणे अपार नाही परंतु जवळजवळ तशीच मानता येईल म्हणजेच प्रायः अपार अशी राशी म्हणजे अपारप्राय राशी होय. त्याचप्रमाणे हा

1. Semi-infinite